

Analisa Penyulang BTL07 Terhadap Manuver *Backup* Jaringan Distribusi 20 kV Batulicin

Alif Karnandi ode¹, Moethia Faridha², Saiful Karim³

^{1,2,3}Prodi Teknik elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan
alifkarnandi8@gmail.com¹, bariethia@gmail.com², ifulsuperindo@gmail.com³

Abstrak – Keandalan suatu sistem energi listrik berkaitan menggunakan kualitas, kontinuitas penyaluran dayanya. Penyaluran daya listrik ditandai menggunakan pasokan daya yg terus menerus atau meminimalisir pemadaman. Salah satu yg berpengaruh pada pada kontinuitas penyaluran daya listrik merupakan pemilihan jenis konfigurasi jaringan. Konfigurasi Radial yg sederhana dianggap nir bisa memenuhi keandalan suatu sistem distribusi sang karenanya dibentuk bentuk variasinya berupa Konfigurasi Loop (SPLN No.59 Tahun 1985). Konfigurasi Loop adalah adonan berdasarkan 2 butir struktur jaringan radial, dimana dalam ujung berdasarkan 2 butir jaringan pada pasang sebuah saklar (switch) berupa Motorized atau LBS.

Manuver jaringan aktivitas rekayasa jaringan terhadap operasi normal berdasarkan dampak gangguan/pekerjaan jaringan sebagai akibatnya tercapainya syarat penyaluran energi listrik yg aporisma . Di pada melakukan manuver jaringan perlu diperhatikan kapasitas alat-alat jaringan berkaitan menggunakan beban aporisma yg bisa dipikul, misalnya PMT & Recloser. Untuk melakukan manuver direkomendasikan menentukan penyulang menggunakan rugi saluran paling mini sebagai akibatnya wilayah padam bisa diminimalisir tetapi kualitas listrik permanen bisa dipertahankan. Bagi penyulang BTL07 masih ada cara lain tidak selaras buat setiap syarat section yg padam. apabila section yg berada dalam zona 1 atau wilayah sepanjang PMT sampai Recloser pertama padam, urutan alternatif manuvernya melalui penyulang BTL01 & BTL05. Sedangkan apabila zona dua padam, urutan alternatif manuvernya melalui penyulang PLJ01 & PLJ02. Sehingga dibutuhkan proses backup penyulang BTL07 terhadap penyulang

lain & impak manuver penyulang BTL07 dalam perkembangan jaringan distribusi 20 kV & keandalan jaringan distribusi terhadap gangguan yg dihitung berdasarkan Indeks saidi saifi, losses juga ENS (Energy Not Served).

Sistem loop menjadi uji coba yg mempertemukan beberapa penyulang melalui titik key point Motorized juga Recloser menggunakan penyulang BTL07 ketika dilakukan simulasi bisa menanggung pelimpahan beban yg diberikan sang penyulang BTL07 yg mencapai sampai 8.6 MW meyebabkan kenaikan jeda penyuplaian berdasarkan 41.6 kms sebagai 66.7 Kms menggunakan drop tegangan yg terjadi aporisma penurunan 1 KV menggunakan tegangan supplai berdasarkan GI Batulicin sudah dinaikan sebagai 21 KV, hal ini dilakukan buat menjaga baku kestabilan tegangan ujung.

Kata Kunci : Konfigurasi Jaringan, Indeks Keandalan

I. PENDAHULUAN

Perkembangan perekonomian yang semakin maju menyebabkan meningkatnya kebutuhan pasokan tenaga listrik yang mencukupi bagi seluruh konsumen masyarakat baik umum, industri, pemerintahan maupun gedunggedung perkantoran. Khususnya di daerah provinsi Kalimantan selatan, dimana hasil alam yang terkandung di Kalimantan selatan melimpah, mulai dari sektor perkebunan dan pertambangan.

Menurut data UP2D Kalselteng dari 16 Gardu Induk yang melayani kelistrikan Provinsi Kalimantan selatan tahun 2019, pemakaian energi listrik

mengalami peningkatan dengan total beban yang telah disalurkan dari Gardu Induk ke pelanggan sebesar 4.351,29 GWh sepanjang tahun 2019, data ini mengalami peningkatan dari tahun-tahun sebelumnya sebesar 41%, dimana tahun 2018 sebelumnya sebesar 2174,04 GWh dan tahun 2017 sebesar 1272,61 GWh. Salah satunya di daerah Batulicin, jumlah pelanggan telah mencapai 83.426 pelanggan dan panjang jaringan distribusi 20 kV sepanjang 1.005 Kms dengan total energi listrik yang terus berkembang dari tahun sebelumnya 77 GWh tahun 2017, 126 GWh tahun 2018 dan 299 GWh tahun 2019 telah disalurkan oleh Gardu Induk Batulicin.

Dari data terakhir bulan maret 2020, energi listrik yang telah disalurkan sebanyak 91 GWh, maka permintaan beban dan pasokan daya listrik semakin meningkat sehingga dibutuhkan sistem tenaga listrik yang handal, saat ini total beban puncak Batulicin sebesar 29,6 MW. Untuk mengatasi persebaran pelanggan yang meluas, maka jaringan distribusi dipecah menjadi beberapa jurusan sebelum keluar dari gardu induk menuju gardu penghubung dan gardu distribusi, yang biasa disebut dengan feeder atau penyulang. Masing-masing memiliki beban yang tinggi dan pelanggan yang beragam, dan kehandalan jaringan harus diperhatikan sesuai dengan pertumbuhan pelanggan dan kepadatan beban penyulang. Salah satunya penyulang BTL07 yang memiliki beban puncak rata-rata 6 MW hingga 8 MW hingga 13.478 pelanggan, panjang penyulang 41,6 km, dan merupakan salah satu dari tujuh penyulang gardu induk Batulicin yang merupakan penyulang kota.

Dalam hal terjadi kegagalan, kerugian di pihak perusahaan tenaga listrik tidak dapat dihindarkan. Dalam hal ini Customer Service Unit PT PLN Batu Ricin mengarah pada indeks reliabilitas Saidi dan Saifi serta ENS (Unenergized). Pada tahun 2019, batulicin mengalami total 190 kegagalan jaringan 20 kV kumulatif dengan

waktu pemadaman 1.728,79 menit. Penyulang BTL07 mengalami 17 gangguan dengan pemadaman selama 7 jam 43 menit (463 menit), dengan total beban akhir sebesar 43,4 mW. 963 ., Kegagalan feed line dapat disebabkan oleh faktor internal dan eksternal yang salah satunya mendominasi faktor eksternal yaitu alam/petir. Gangguan ini tidak dapat diprediksi lokasi terjadinya, namun akibat terparah dari gangguan ini adalah putusnya jaringan distribusi 20 kV ke gardugardu distribusi mengakibatkan padam pada pelanggan serta saat gangguan ini terjadi, perbaikan harus segera dilakukan secepatnya oleh petugas karena tidak adanya backup tegangan yang dapat mensupply.

Tanpa cadangan jaringan, konfigurasi jaringan pengiriman amplifikasi BTL07 tidak mempengaruhi keandalan jaringan yang diperkuat BTL07 dengan konfigurasi posisi lain dari area lain yang dipasok dari BTL07 Boost. Salah satu cara untuk meningkatkan kontinuitas catu daya adalah untuk mengoptimalkan kemampuan kekambuhan saat melakukan beban beban, menghasilkan kondisi distribusi maksimum, dan tingkat pemadaman listrik minimal dapat dilakukan. Memulihkan daya adalah kemampuan untuk menyediakan sistem jaringan untuk interferensi dan pemeliharaan dengan menyediakan setidaknya dua poster alarm. Jangan menghasilkan ketegangan, kualitas dari layanan ini dalam hal ini kerusakan pada sisi agen penjualan atau peralatan pelanggan, dalam hal ini, pemasok tambahan untuk pekerjaan pengumpan BTL07 saat mengatasi beban maksimum pemasok positif.

Untuk alasan ini, penulis diasumsikan untuk memaksimalkan penggunaan beban pelanggan dan untuk meningkatkan keandalan organisasi terdistribusi. Kasus adalah BTL07-Reastes, dan prosedur operasi jaringan memerlukan distribusi 20 kV.

II. METODE PENELITIAN

a. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen pada sistem distribusi pada wilayah kerja PLN ULP Batulicin, tepatnya data primer dari pengukuran beban penyulang BTL07. Penelitian dilakukan dengan membandingkan losses dan drop tegangan terkecil menggunakan 4 (empat) data untuk menentukan titik perpotongan rekonfigurasi manuver jaringan. Data yang digunakan dalam analisa penelitian.

1. Single line diagram Penyulang BTL07.
2. Data beban puncak penyulang.
3. Data tiap titik beban.
4. Data panjang penyulang.

III. HASIL PENELITIAN

a. Simulasi Sebelum Manuver

1. Simulasi BTL07 – MTRZ *Big Coffie*

Dalam keadaan posisi tegangan feeder BTL07 sebelum jaringan beroperasi, tegangan terminal MTRZ Big Coffie turun dari 20kV normal menjadi 17.6kV, dan ketika jarak suplai tegangan mencapai 21,3km, suplai tegangan akan terbebani. 2,4 MW, akan mempengaruhi cabang ini dengan drop tegangan 2,4 KV. Sebelumnya, level tegangan trafo di gardu induk Batulicin tidak dinaikkan karena kondisi trafo keluaran untuk feeding gardu induk Batulicin dalam kondisi normal.

2. Simulasi BTL07 – MTRZ 5 OKT

Pada keadaan posisi tegangan suplai BTL07 ini sebelum melakukan operasi grid, tegangan terminal MTRZ 5OKT pada kondisi normal turun dari 20KV menjadi 17.7KV, dan posisi tegangan trafo pada gardu induk Baturishin adalah jarak suplai tegangan 22 km. Tidak mengalami kenaikan dan mengalami penurunan tegangan sebesar 2.3KV.

3. Simulasi BTL07 – MTRZ Kompi 1

Pada syarat ini posisi tegangan Penyulang BTL07 sebelum melakukan manuver jaringan, tegangan ujung dalam MTRZ Kompi 1 berdasarkan syarat normal

20 KV turun sebagai 18.7 KV sebelumnya posisi tegangan trafo gardu induk Batulicin belum mengalami kenaikan, menggunakan jeda pengiriman tegangan sejauh 13.lima Kms. Penyulang ini terjadi penurunan tegangan sebanyak 1,3 KV.

4. Simulasi BTL07 – MTRZ Polsek

Pada kondisi ini posisi tegangan suplai BTL07 sebelum melakukan operasi grid tegangan terminal MTRZ Polsek adalah dari 20KV menjadi 17.42KV dalam keadaan normal sebelum posisi TAP dari trafo batulicin GI meningkat pada saat tegangan. telah turun ke. Pasokan adalah jarak 23,6 km. Penurunan tegangan pada kabel ini adalah 2.58KV.

b. Simulasi Setelah Manuver

1. Simulasi BTL07 – MTRZ Big Coffie Manuver

Dalam keadaan ini, posisi tegangan penyulang BTL07 memanipulasi grid, tegangan akhir dari MTRZ Big Coffie diumpankan ke penyulang PLJ01 dengan beban yang ada sebesar 0,5 MW, dan beban dari beberapa penyulang BTL07 ditambahkan. Dari kondisi normal, 20KV turun menjadi 19.4KV sebelum posisi tegangan trafo gardu induk batulicin berhenti naik pada jarak suplai tegangan 9,4 kms.

2. Simulasi BTL07 – MTRZ 5 OKT Manuver

Pada kondisi ini posisi tegangan penyulang BTL07 memanipulasi grid, tegangan terminal MTRZ 5 OKT adalah 3 MW untuk beban eksisting, jarak suplai tegangan 32 km, dan posisi tegangan tidak naik di gardu induk Batulicin . Keadaan normal 20KV menurun 3.6KV menjadi 16.4KV.

3. Simulasi BTL07 – MTRZ Kompi 1

Dengan posisi tegangan penyulang BTL07 yang mengoperasikan jaringan, maka tegangan akhir MTRZ Kompi 1 disuplai ke penyulang BTL05 dengan beban eksisting 1 MW, jarak suplai tegangan 15,7

km, dan tegangan pancar yang meningkat. Ini adalah 18.4KV sampai akhir jaringan.

4. Simulasi BTL07 – MTRZ Polsek

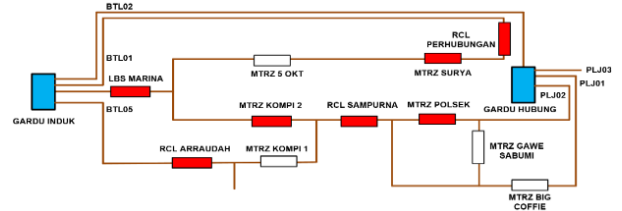
Pada keadaan ini posisi tegangan penyulang BTL07 mengoperasikan grid, tegangan terminal MTRZ Polsek yang disuplai penyulang PLJ02, PLJ02 tidak memiliki beban eksisting dengan jarak jatuh tegangan 9,6 km, tetapi harus ikut dalam rentang beban kemudi Pada kondisi tegangan normal 20KV, ada penurunan tegangan hingga 19KV.

c. Analisa Hasil Simulasi

Hasil simulasi manuver penyulang BTL07, beban penyulang yang menerima pelimpahan beban dari penyulang BTL07 terjadi beberapa penurunan pada beberapa titik manuver. Sedangkan pada drop tegangan terendah sebesar 18.2 KV pada ujung jaringan, penerunan ini tidak berlangsung lama karena hanya terjadi pada jam beban puncak 20.00 berpengaruh signifikan sehingga disisi gardu distribusi namun dapat disesuaikan posisi tap trafo, pada tap trafo 6 untuk menerima tegangan 400 V pada jaringan JTR 3 phase sedangkan untuk tegangan 20 KV dan 20.5 KV pada tap 3 atau 2 untuk penyesuain tegangan 400 V pada jaringan JTR 3 phase sesuai dengan spesifikasi trafo distribusi dilapangan. Berdasarkan hasil simulasi ini, rugi-rugi jaringan SUTM juga meningkat dari 267kWh pada keadaan awal sebelum operasi menjadi 341kWh pada saat run time. Menurut hasil simulasi ini, operasi tidak memburuk setelah periode eksekusi yang lama. Status jaringan. Operasi yang terjadi pada penyulang BTL07 dapat disesuaikan dengan trafo distribusi pelanggan untuk perubahan beban di masa mendatang. Hal ini karena jika terjadi kegagalan, penyulang ini siap untuk melakukan operasi dan mentransfer beban ke penyulang lain.

Operasi pencadangan ini dapat mengoptimalkan peran LBS dan Motorized dalam membentuk sistem loop pendukung pengumpan BTL07. Jika terjadi gangguan

sementara, jaringan akan kembali normal. Namun jika kegagalan bersifat permanen, maka alat penutup otomatis Sampurna akan terkunci jika kegagalan terjadi setelah penutupan otomatis, dan penyulang BTL07 akan terkunci jika terjadi sebelum penutupan otomatis, sehingga terjadi penyulang.



Gambar 1. Simulasi manuver penyulang BT07

Pada simulasi sebelumnya, titik kegagalan berada pada BTL07, dengan asumsi bahwa pada kondisi tertentu BTL07 tidak dapat mensuplai tegangan karena noise dan terjadi pemadaman listrik di semua titik utama. Jika sementara, jaringan akan kembali normal. Namun, kegagalan terus berlanjut, sehingga cabang BTL07 diblokir. Dengan mengidentifikasi lokasi kegagalan, meluapnya beban BTL07 di titik kontrol, dan mematikan daya, diambil tindakan penanggulangan kegagalan yang terjadi.

d. Analisa Saidi dan Saifi (*Energy Not Saved*)

1. Saidi

- $d(jan) = \left(\frac{38}{60}\right) \times \frac{43920}{85898}$
 $d = 0.63 \times 0.511 = 0.32$
- $d(maret) = \left(\frac{40}{60}\right) \times \frac{29280}{85898}$
 $d = 0.66 \times 0.340 = 0.22$
- $d(mei) = \left(\frac{0}{60}\right) \times \frac{14640}{85898}$
 $d = 0 \times 1.170 = 0$
- $d(juni) = \left(\frac{74}{60}\right) \times \frac{20404}{85898}$
 $d = 1.23 \times 0.237 = 0.29$
- $d(juli) = \left(\frac{92}{60}\right) \times \frac{20404}{85898}$
 $d = 1.53 \times 0.237 = 0.364$

2. Saifi

- $f(jan) = 3 \times \frac{43920}{85898} = 1.53$
- $f(maret) = 2 \times \frac{29280}{85898} = 0.68$

$$c) f(\text{mei}) = 1 \times \frac{14640}{85898} = 0.170$$

$$d) f(\text{juni}) = 2 \times \frac{20404}{85898} = 0.474$$

$$e) f(\text{juli}) = 2 \times \frac{20404}{85898} = 0.477$$

3. ENS (Energy Not Saved)

$$Ens (Kwh) = \text{Beban} \times \text{Lama padam}$$

$$Ens (Rp) = Ens (Kwh) \times 1128$$

$$a) \text{Ens BTL07 Jan} = 9.57 \times \frac{38}{60} \times 1000 = 2654 \text{ Kwh}$$

$$\text{Ens Rp} = 2654 \times 1128 = 2.993.336,-$$

$$b) \text{Ens BTL07 Maret} = 8.14 \times \frac{40}{60} \times 1000 = 2960 \text{ Kwh}$$

$$\text{Ens Rp} = 2960 \times 1128 = 3.338.880$$

$$c) \text{Ens BTL07 Mei} = 0 \text{ Kwh / Rp } 0$$

$$d) \text{Ens BTL07 Juni} = 7.6 \times \frac{74}{60} \times 1000 = 4687 \text{ Kwh}$$

$$\text{Ens Rp} = 4687 \times 1128 = 5.286.560,-$$

$$e) \text{Ens BTL07 Juli} = 4.8 \times \frac{92}{60} \times 1000 = 2913 \text{ Kwh}$$

$$\text{Ens Rp} = 2913 \times 1128 = 3.286.240,-$$

Untuk gangguan bulan juli pada Recloser Sampurna diketahui titik gangguan berada dekat dengan Recloser sampurna pada percabangan dan hanya memadamkan 2 gardu sehingga posisi ini dapat dimanuver ke Mtrz Polek dengan sumber tegangan pada penyulang PLJ02, manuver ini akan menyelamatkan 11 gardu mejadi 98 gardu padam dari jumlah dan sisanya dapat dimanuver melalui Mtrz Big Coffie dengan sumber tegangan melalui PLJ01 sampai berada dekat titik gangguan, manuver ini akan menyelamatkan 107 gardu.

b. Perbandingan Saidi, Saifi dan ENS (Energy Not Saved) Sebelum dan Sesudah Manuver

Berikut ini perbandingan data sebelum dan setelah manuver dari perhitungan data gangguan penyulang dan key point bulan januari sampai juli, apabila peran Motorized dioptimalkan sebagai berikut.

Tabel 2 tabel perbandingan data sebelum dan sesudah manuver

TANGGAL PADAM	JAM PADAM	JAM NYALA	RELAY	SWITCHING	CIKRA	PENYEBAB	RECLOSE	KET	LABSA (SEBELUM)	LABSA (SESUDAH)	SAIDI (Jam)	SAIFI (Kali)	ENS Kwh	ENS Rp
Selasa, Januari 21, 2020	14:20:00	14:20:00	AROC	BTL07	CERAH	AR	AROC	-	14640	4.25				
Kamis, Januari 23, 2020	14:07:00	14:45:00	ARGF	BTL07	ANGIN	Eksternal	NON AR	LOCKOUT	58	14640	4.19			
Kamis, Januari 23, 2020	14:50:00	14:50:00	ARGF	BTL07	ANGIN	AR	ARGF	-	14640	1.13				
Jumat, Maret 20, 2020	16:35:00	17:15:00	MGF	BTL07	CERAH	Eksternal	NON AR	MGF	40	14640	4.44			
Minggu, Maret 22, 2020	15:36:00	15:36:00	MOCGF	BTL07	HUJAN	Belum ditemukan - Perlatan	NON AR	MOCGF	-	14640	3.7			
Minggu, Mei 17, 2020	15:11	15:11	ARGF	BTL07	HUJAN	POHON	AR	ARGF	-	14640	4.1			
Jumat, Juni 05, 2020	13:48	13:48	AROC	RCL SAMPURNA	HUJAN	Belum ditemukan - Perlatan	AR	AROC	-	5764	3.8			
Kamis, Juni 11, 2020	13:36	14:56	NIHIL	BTL07	CERAH	Eksternal	NON AR	NIHIL	74	14640	3.8			
Minggu, Juli 05, 2020	5:54	5:54	AROCGF	BTL07	HUJAN	Belum ditemukan - SOPE	AR	AROCGF	-	14640	2.9			
Minggu, Juli 12, 2020	3:16	4:48	LOCKOUT SAMPURNA	PETIR	PETIR	NON AR	LOCKOUT	60	5764	1.9				
TOTAL									244	128.648	34.23			

PENYULANG/KEYPOINT	SAIDI (Jam)		SAIFI (Kali)		ENS Kwh		ENS Rp	
	SEBELUM	SESUDAH	SEBELUM	SESUDAH	SEBELUM	SESUDAH	SEBELUM	SESUDAH
BTL07	0.32	0.002130	1.53	1.53	2654	39.9	2,993,712	44,979
BTL07	0.22	0.001420	0.68	1.02	2960	33.9	3,338,880	38,258
BTL07	0.29	0.000990	0.47	0.71	4687	31.7	5,286,936	35,720
RCL SAMPURNA	0.36	0.001188	0.47	0.24	2913	24.0	3,285,864	27,072
RATA RATA	0.298	0.001	0.789	0.877	3304	32.4	3,726,348	36,507

Dari data diatas, dapat dilihat terjadi penurunan durasi saidi dan ENS kWh dan ENS Rupiah pada penyulang dan recloser, namun adanya kenaikan pada kali padam saidi disebabkan karena adanya buka tutup mororized yang menyebabkan pelanggan merasakan padam sesaat selama proses manuver berlangsung.

IV. KESIMPULAN

1. Sistem loop sebagai uji coba yang mempertemukan beberapa penyulang melalui titik key point Motorized maupun Recloser dengan penyulang BTL07 saat dilakukan simulasi dapat menanggung pelimpahan beban yang diberikan oleh penyulang BTL07 yang mencapai hingga 8.6 MW. Beban puncak penyulang dipecah menjadi 6 titik pendistribusian energi listrik dengan panjang jaringan mengalami kenaikan dari 41.6 kms menjadi 66.7 kms serta drop tegangan yang terjadi maksimal adalah sebesar 1 KV pada posisi tegangan 18.2 KV dari posisi tegangan sebelumnya 19.2 KV yang terjadi pada titik manuver BTL07 ke Mtrz 5 OKT sedangkan terjadi kenaikan tegangan tertinggi terjadi pada titik BTL07 ke Mtrz Kompi 1 dari tegangan 20 KV menjadi 20.4 KV.
2. Optimalisasi titik manuver pada jaringan SUTM di penyulang BTL07 dapat mempercepat proses lokalisir lokasi

padam dan evakuasi daya sedangkan beban serta tegangan kirim dapat ditanggung dari pelimpahan beban penyulang BTL07 sehingga saidi saifi dan potensi kehilangan ENS dapat ditekan, dengan membandingkan data gangguan bulan Januari sampai Juni dari nilai rata rata, maka saidi sebelum manuver sebesar 0.298 Jam dapat turun menjadi 0.001 jam dan nilai ENS kwh serta rupiah mengalami penurunan dari 3.304 kWh menjadi 32,4 kWh atau Rp 3.726.348,- menjadi Rp 36.507,- namun pada saifi mengalami kenaikan dari 0.789 kali perpelanggan menjadi 0.877 kali perpelanggan dikarenakan proses manuver yang berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfianto, (2015). Evaluasi Penggunaan Pemutus Tenaga (PMT) Pada Gardu Induk Sungai Juaro Palembang. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Afianto, (2019). Rancang Bangun Simulator Manuver Beban Ratio 4 Keypoint Berbasis Arduino Mega 2560 Dengan Tampilan Human Machine Interdace (HMI) Pada Jaringan Tegangan Menengah 20KV. Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro. Semarang.
- Gunawan, M., S. (2013). Analisa Perancangan Gardu Induk Sistem Outdoor 150 KV di Tallasa, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Jurnal Dimensi Teknik Elektro Vol. 1, No. 1, 37-42.
- Jamaah. (2013). Analisa Beban Section Untuk Menentukan Alternatif Manuver Jaringan Distribusi 20 KV Penyulang BRG-3 PT PLN (Persero) Untul Layanan Salatiga. JTET ISSN: 2252-4908 Vol. 2 No. 3.
- Hay, S., Wijaya, R., Mustamin. (2018). Analisa Daya Pada Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik Menggunakan ETAP 12.6. Seminar Nasional. Teknologi Terapan Berbasis Kearifan Lokal. ISSN: 978-602-71928-1-2. Universitas Halu Oleo. Sulawesi Tenggara.
- Kadir. (2006). Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik. Jakarta: UI Press. Hal 5
- Penangsang, O., Hernandi, I. G. N. S., & Wicaksono, P. H. (2012). Analisa Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Program Analisis Kelitrikan Transien dan Metode Section Technnique. Jurnal Teknik ITS Vol. 1. No 1. ISSN: 2301-9271.
- P Indra, G. T., Arjana, I. G. D., & Wigun, I. G. N. (2019). Analisa Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV Pada Penyulang Berawa Untuk Menurunkan Losses dan Drop Tegangan Penyaluran Tenaga Listrik. Jurnal Spektrum Vol 6. No 2.
- PT PLN (Persero). (2010). Kriteria Disain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. Hal 20. Jakarta Selatan.
- Rokhmawati, R, I., Ramdani, F., Hawi, F., H. (2018). Evaluasi Tampilan ANtarmuka QGIS Dan ArcGIS Menggunakan Pendekatan User-Centered Desigh (UCD): Studi Kasus Fungsi Geoprocessing Tools. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Vol.2, No.9. Universitas Brawijaya.
- Sari, P., S. (2019). Pengembangan Trainer-Kit Transmision Line Model TM 199 Sebagai Medi Pembelajaran Pada Mata Kuliah Transmisi Dan Distribusi Tenaga Listrik. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta
- Unit Induk Wilayah Kalselteng, Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Banjarbaru. (2017). Laporan Pengukuran Beban dan Tegangan Penyulang. Retrieved from <http://103.78.140.243/apdkalselteng/opd>

istbeban/beban_penyulang_2017
/index.html

Unit Induk Wilayah Kalselteng, Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Banjarbaru. (2018). Laporan Pengukuran Beban dan Tegangan Penyulang. Retrieved from http://103.78.140.243/apdkalselteng/opd_istbeban/beban_penyulang_2018/index.html

Unit Induk Wilayah Kalselteng, Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Banjarbaru. (2019). Laporan Pengukuran Beban dan Tegangan Penyulang. Retrieved from http://103.78.140.243/apdkalselteng/opd_istbeban/beban_penyulang_2019/index.html

Unit Induk Wilayah Kalselteng, Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Banjarbaru. (2020). Laporan Pengukuran Beban dan Tegangan Penyulang. Retrieved from http://103.78.140.243/apdkalselteng/opd_istbeban/beban_penyulang_2020/index.html